

ФИЗИКА ЗЕМЛИ, АТМОСФЕРЫ И ГИДРОСФЕРЫ

**Генерация цунами подводным оползнем вблизи восточного побережья
о. Сахалин**А. А. Иванова^{1,a}, Е. А. Куликов^{1,b}, И. В. Файн², Б. В. Баранов¹¹ *Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН.**Россия, 117997, Москва, Нахимовский пр., д. 36.*² *Институт океанских исследований.**Канада, 9860 W Saanich Rd, г. Сидни, Британская Колумбия.**E-mail: ^a lapoul@gmail.com, ^b kulikove@ocean.ru*

Статья поступила 10.11.2017, подписана в печать 04.12.2017.

В рамках численной гидродинамической модели воспроизведен эффект образования волн цунами, вызванных в результате обрушения континентального склона и образования подводного оползня, обнаруженного вблизи восточного побережья о-ва Сахалин. Расчеты, выполненные с помощью численной гидродинамической модели, показали, что такой подводный оползень способен сгенерировать волну цунами на сахалинском побережье до 18 м высотой.

Ключевые слова: цунами, численная модель, подводные оползни.

УДК: 551.435.62, 551.466.62. PACS: 91.30.Nw, 91.50.Xz.

Введение

Оценка цунамиопасности побережья является довольно сложной задачей, особенно в тех районах, где проявления цунами редки. Второй по частоте после землетрясений причиной возникновения волн цунами является сход подводных оползней (около 6% всех событий) [1]. Очевидно, что использование обычного статистического подхода при анализе таких редких единичных событий неприменимо. Поэтому поиск и изучение подводных оползней на склоне и цунамигенных отложений на берегу, расчет высот цунами, обусловленных оползнями, является фактически единственным способом оценки риска возникновения волн в результате обрушения подводных склонов. Ярким примером может быть обнаружение древнего обширного оползня Сторега на границе континентального шельфа у побережья Норвегии, а также сопутствующих отложений на берегу, связанных с волнами цунами и появившихся примерно 8000 лет назад. Высота максимальных волн цунами достигала 10–12 м, на Шетландских о-вах (Северное море) превышала 20 м [2], а на южном побережье Баренцева моря высота волн достигала 3–4 м [3].

Восточное (оухоморское) побережье о. Сахалин является районом активной нефте- и газодобычи. Возникновение волн цунами может вызвать значительные повреждения прибрежной инфраструктуры, включая объекты ТЭК, и в конечном счете привести к негативным экологическим последствиям и возможной гибели людей. С этой точки зрения следует учитывать не только угрозу сейсмотектонических цунами, приходящих из Тихого океана, но и вероятность возникновения цунами, вызванных подводными оползнями на континентальном склоне о. Сахалин.

В настоящей работе представлены результаты ретроспективного анализа вероятных последствий схода оползня, обнаруженного на склоне о-ва Сахалин. Исследования выполнены на основе численного гидродинамического моделирования движения тела оползня и образования поверхностных волн цунами и фактически направлены на развитие современных сценарных методов оценки цунамиопасности.

1. Подводные оползни как источник цунами

Подводные оползни, падение скал в воду, обвал берега и возникающие при этом мутьевые потоки могут генерировать значительные волны цунами в прибрежных зонах океана. Известно, что, в отличие от цунами чисто сейсмического происхождения, «оползневые» цунами носят обычно локальный характер. Морские волны, спровоцированные оползнями, обычно имеют существенно меньший период и длину по сравнению с волнами, генерируемыми землетрясениями, и достаточно быстро затухают. Однако по своей разрушительной силе они ни в чем не уступают «сейсмическим» волнам. Цунами такого типа представляют действительно серьезную опасность еще и потому, что в некоторых случаях волна обрушивается на побережье спустя всего несколько минут после схода оползня.

Одно из первых упоминаний об оползневых цунами, которые характеризовались как «морские волны без землетрясения», дано в [4]. В этом исследовании британских ученых очень точно описана зависимость между высотой цунами и параметрами вызвавшего его оползня: «...Происходит очень значительное подводное оползание... В тот же момент на поверхности воды возникают положительная и отрицательная волны... Высота волны зависит от массы твердого материала, который внезапно изменил

свое положение, от глубины моря, где произошло оползание, от скорости перемещения [оползневых масс] и в меньшей степени от слагающего материала и формы сползшего участка». Повышенный интерес к изучению процесса схода оползней с точки зрения их цунамигенного потенциала возник не так давно и связан прежде всего с чередой катастрофических цунами 1990-х гг., которые не могли быть объяснены сеймотектоническими деформациями дна, возникающими в результате землетрясения (Флорес, 1992; Скагуэй, 1994; Папуа — Новая Гвинея, 1998 и пр.). Анализ подобных событий позволил выделить три признака, которые могут указывать на «оползневый» характер цунами: чрезвычайно большая амплитуда волны, малое время добегания волны от источника до берега и затопление берега на ограниченном участке [5], т. е. «оползневое» цунами действует быстро, мощно, но, как правило, на ограниченном участке побережья.

Среди факторов, провоцирующих сход оползня, помимо землетрясений, упоминаются [6] внезапный выброс речных илистых взвесей и отложение этого материала в дельте реки во время речного паводка, эрозия осадочного слоя на крутом склоне дна, береговое строительство, сопровождаемое нарушением равновесия в прибрежном слое донных осадков (наиболее известный пример — оползень в бухте Скагуэй, Аляска [7]), длительные дожди, приводящие к водонасыщению берегового грунта, обнажение берега во время сильного отлива [8, 9] и др.

В настоящее время выделяются около 20 факторов, приводящих к появлению крупномасштабных зон неустойчивости склона на континентальных окраинах [10]. Стоит указать, что для рассматриваемого региона определенную роль могут играть факторы дестабилизации газогидратов и просачивания различных флюидов, в том числе метана.

Подводные оползни при невысокой плотности слагающего материала могут распространяться в виде мутьевого потока. Именно такое явление наблюдалось после относительно слабого землетрясения ($M = 7.2$) вблизи о. Ньюфаундленд, вызвавшего сход оползня и образование турбидного потока, скорость которого достигала 100 км/ч. В результате образовавшихся волн цунами погибли 28 человек и были порваны подводные телеграфные кабели, соединяющие Европу и Америку [11].

Исследования процесса генерации цунами подводными оползнями проводятся как в России, так и за рубежом. Из отечественных авторов следует отметить работы Пелиновского, Доценко, Сретенского [12–14], Носова и Левина [15]. В связи с развитием численных методов стали широко применяться гидродинамические модели, основанные на воспроизведении движения тела оползня и, соответственно, возникновении поверхностных волн над источником [16–22]. Они разделяются на ретроспективные, т. е. направленные на реконструкцию исто-

рических событий, и прогностические, когда оцениваются последствия вероятного (гипотетического) события. В качестве примера ретроспективного моделирования можно указать работу [11]. В статье сделана попытка реконструировать событие оползневое цунами 1929 г. вблизи о. Ньюфаундленд. Модель, использованная в работе [23], относится к типу прогностических, в ней рассчитываются высоты волн цунами, которые могут быть вызваны сходом гипотетического оползня — обрушением осадочных слоев на границе конуса выноса речных седиментов Нила вблизи побережья Египта в восточной части Средиземного моря.

Одним из важнейших вопросов при моделировании движения оползня по морскому дну является его реология (состояние оползневое материала, его плотность, вязкость, прочность и др.). Физические свойства материала, составляющего тело оползня, в значительной степени определяет скорость его «скатывания» по склону и, как следствие, эффективность возбуждения морских поверхностных волн.

Большая часть информации о грунтовых или подводных оползнях, лавинах, обрушениях скал указывает на то, что модели, рассматривающие движение оползня как поступательное смещение твердого недеформируемого тела, слишком просты и неадекватно описывают характер этих процессов. Описание оползня в виде потока тяжелой вязкой жидкости гораздо ближе к природе оползневой динамики. В районах устьев рек илистые осадочные массы обычно состоят из разжиженных фракций, которые после срыва неустойчивой массы осадков образуют плотный грязевой (мутьевого) поток, и по своим физическим свойствам он наиболее близок к поведению тяжелой вязкой жидкости, стекающей по наклонному дну. В настоящей работе приводятся результаты численного моделирования процесса схода оползня, обнаруженного вблизи о. Сахалин.

2. Подводный оползень на склоне о. Сахалин

Подводный оползень на склоне о-ва Сахалин был обнаружен и закартирован по данным батиметрической и сейсмической съемок, проведенных в 50-м и 56-м рейсах НИС «Академик М. А. Лаврентьев» (2010, 2011 гг.) в рамках корейско-российско-японского проекта SSGH (Sakhalin Slope Gas Hydrates) (рис. 1, а). В результате было установлено, что стенка отрыва оползня очень крутая ($25\text{--}30^\circ$), на отдельных участках состоит из двух уступов, имеет извилистые очертания и протяженность порядка 22 км. Площадь, занятая оползнем, составляет 42 км^2 , его объем ориентировочно равен 4 км^3 . Оценка возраста оползня, выполненная с учетом мощности осадков, перекрывающих оползень, и скорости осадконакопления, дает основание предполагать, что оползень является современным и обрушение склона произошло несколько сотен лет назад [24].

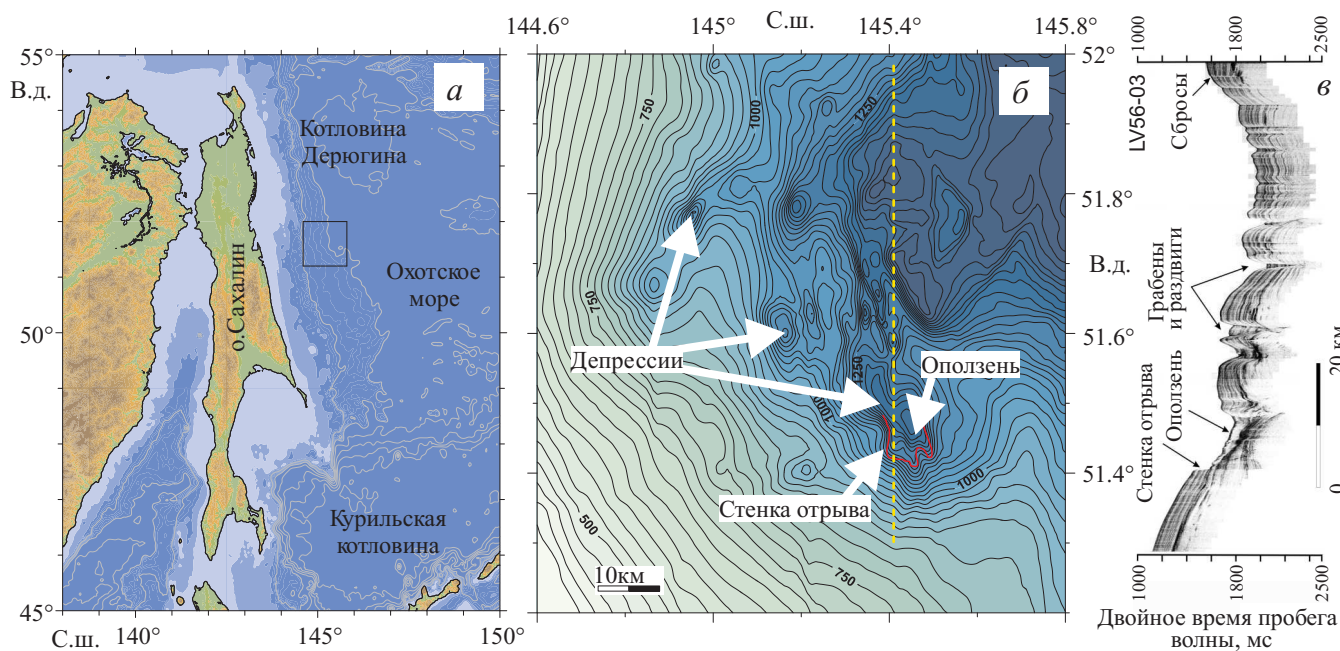


Рис. 1. а — Батиметрическая карта восточного склона о. Сахалин и положение района исследований (прямоугольник); б — батиметрическая карта района исследований, изобаты проведены через 25 м, желтой штриховой линией обозначено положение сейсмического профиля; в — сейсмический профиль, иллюстрирующий строение верхней части осадочного чехла района исследований; вертикальный масштаб дан в миллисекундах двойного времени пробега волны, в воде 1000 мс = 750 м, в верхней части осадков 1000 мс ≈ 900 м

Стенка отрыва оползня приурочена к склону одной из замкнутых депрессий — примечательных элементов рельефа данного района (рис. 1, б, в). Проведенные исследования показали, что образование этих структур связано с проседанием осадочного чехла вдоль активных разломов субмеридионального, северо-восточного и северо-западного простираний [25]. Поскольку стенки депрессий достаточно крутые (до 10°) и сложены осадочным материалом, то вероятность их обрушения достаточно велика. Триггерными механизмами могут служить здесь смещения по разломам и колебания грунта, вызванные сейсмической активностью.

Обнаруженный оползень имеет достаточно крупные размеры и, очевидно, должен был вызвать значительное цунами. В работе [24] была выполнена предварительная оценка высоты образуемой поверхностной волны цунами, рассчитанной по простой аналитической формуле, предложенной Мурти [9]. Согласно этим расчетам непосредственно в районе схода оползня высота начального купола могла достигать 30 м. Соответственно высота цунами, распространяющаяся по направлению к берегу, была оценена примерно в 10–15 м.

3. Гидродинамическое моделирование цунами, вызванного сходом оползня

Сход подводного оползня сопровождается образованием волн на поверхности моря непосредственно над областью дна, затронутой смещением осадочных слоев. Движущееся по склону тело оползня увлекает водные массы в своей тыловой части

и выталкивает воду впереди себя. В результате на поверхности моря образуется волна в виде диполя (впадина и горб), который впоследствии распадается на две основные части: волну, которая распространяется по направлению движения оползня (обычно в открытый океан), и волну, идущую в сторону мелководья (к берегу). Вследствие того, что основной импульс направлен в сторону глубокой воды, вторая волна оказывается несколько меньше первой. Заметим, что в сторону глубоководья уходит волна возвышения, при этом на берегу вступление волны цунами характеризуется понижением уровня моря. Эффективность этого процесса волнообразования в основном определяется крутизной обрушающегося склона, объемом и размерами оползневой тела, его реологией, а также глубиной моря на линии отрыва. Фактически моделирование процесса генерации цунами должно включать математическое описание 1) движения тела оползня по склону и 2) реакции водных масс и процесса образования поверхностных волн (цунами). При ретроспективном моделировании волн цунами, которые, как предполагается, образовались при сходе оползня вблизи восточного побережья Сахалина, необходимо как можно точнее определить начальные условия в используемой гидродинамической модели. Для этого нужно выделить ту часть осадочного материала, которая непосредственно участвовала в движении по склону и являлась причиной образования волн на поверхности моря.

Реконструкция начального состояния склона до обрушения оползня и образования волн цунами

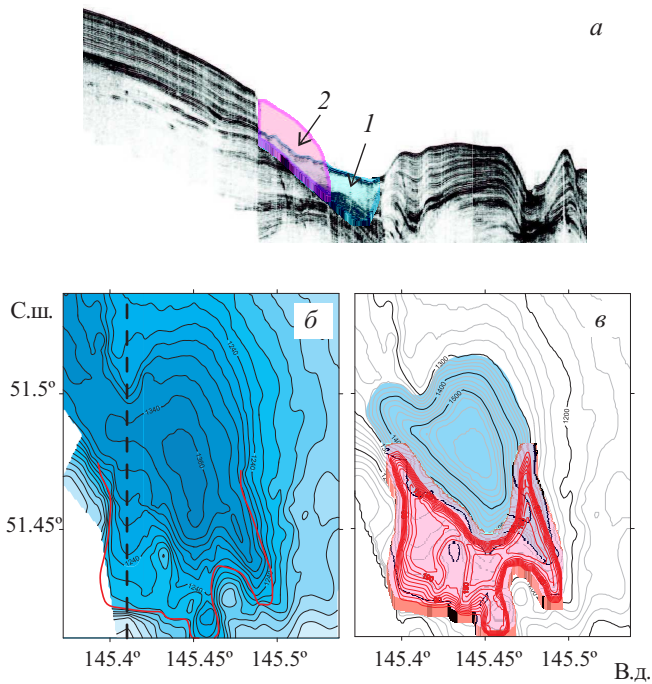


Рис. 2. Восстановление начального положения оползня: *a* — на сейсмическом профиле голубым цветом отмечена область тела оползня (1), а розовым — реконструированное начальное положение тела оползня (2); *б* — карта рельефа дна, построенная по данным батиметрической съемки. Штриховой линией показано положение сейсмического профиля, красной линией отмечена линия отрыва; *в* — реконструированная карта рельефа до схода оползня, голубым цветом выделена область, где было «откопано» тело оползня, а розовым цветом показано предполагаемое начальное положение и распределение толщины осадочного материала (оползневое тело)

в первую очередь предусматривала выделение (окирчивание) в толще осадков тела оползня. На рис. 2, *a* на сейсмическом профиле уверенно выделяется стенка отрыва и нижняя граница оползневых масс, которые, в отличие от неразрушенных осадков, имеют не слоистую, а близкую к однородной структуру (область закрашена голубым цветом). Наиболее субъективным этапом реконструкции является вопрос о виртуальном «перемещении» осадочных масс в начальное положение. Фактически здесь нами был использован принцип «бритвы Оккама», который сводится к выбору наиболее простого решения, когда отсутствуют объективные основания для того, чтобы предпочесть более сложную модель простой. В данном случае процесс такого субъективного восстановления предполагает «гладкое» продолжение рельефа дна сразу за стенкой отрыва (рис. 2), при этом «перемещаемый» материал заполняет имеющиеся каньоны и другие неоднородности, так что восстановленный рельеф имеет сглаженную форму. В то же время объективным фактором реконструкции начального состояния является объем оползневое тела, определенный по данным сейсмического профилирования и батиметрической съемки.

При моделировании движения оползня используются различные подходы в зависимости от его типа и свойств составляющего его материала. В простой модели, описывающей сползание оползня в виде твердого блока, этот процесс воспроизводится как движение недеформируемого тела под воздействием сил тяжести, плавучести и кулоновского трения. В последние годы наиболее распространены модели, где тело оползня деформируется в процессе движения, при этом в зависимости от реологии оползневое тело (твердое тело с кулоновским трением, поток тяжелой вязкой жидкости или вязкопластичная модель Бингама) распределение горизонтальных скоростей по вертикали может быть постоянным, параболическим или комбинированным. В недавней работе [26] показано, что использование различных моделей дает сопоставимые результаты при выборе разумных параметров трения.

В настоящей работе мы использовали численную гидродинамическую модель, в которой тело оползня представляется в виде тяжелой вязкой жидкости, стекающей по склону [27]. В отличие от известной модели [16] в ней используется реальная (произвольная) форма рельефа дна. Длинноволновое приближение применяется как для воды, так и для жидкости, составляющей оползень. Это означает, что горизонтальные масштабы поверхностных волн значительно превосходят глубину бассейна, а толщина оползня намного меньше, чем его ширина и длина. Для моделирования динамики оползня и изменения его формы в процессе движения по склону использовались нелинейные уравнения движения, записанные в длинноволновом приближении. В свою очередь, образование волн на поверхности моря вследствие изменений формы рельефа дна воспроизводилось в рамках уравнений мелкой воды с учетом квадратичного трения. Расчет набегания волны цунами на берег с учетом нелинейности не выполнялся в виду отсутствия адекватных данных о рельефе дна в этом районе. Фактически эти расчеты следует рассматривать как «оценочные».

Плотность осадочных масс принималась равной $1.8 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$, а кинематическая вязкость $\nu = 0.3 \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$. Расчет выполнялся на сетке с разрешением 0.1 угловой минуты (линейные размеры ячейки $110 \times 180 \text{ м}$).

Движение оползня и процесса генерации поверхностных волн воспроизводилось в течение 1 ч. Чтобы избежать эффекта «истончения» стекающего осадочного слоя, принималось условие, напоминающее условие «прилипания»: в модели задается значение минимальной толщины d_0 , при котором движение оползневой массы еще возможно. В численных экспериментах значение d_0 варьировалось в пределах от 1 до 5 м. Моделирование генерации поверхностных волн, вызванных движением подводного оползня, производилось в рамках гидродинамических уравнений движения в приближении

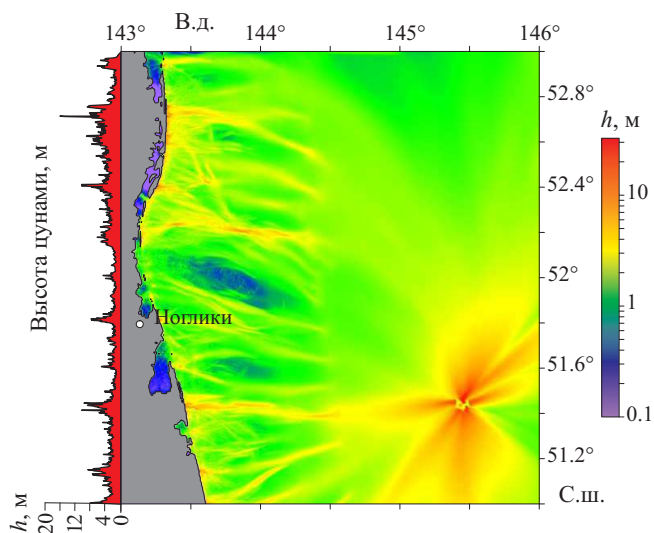


Рис. 3. Карта максимальных отклонений уровня моря при прохождении волны цунами. Слева показано распределение высот цунами вдоль побережья о. Сахалин

мелкой воды. Расчет образующегося волнового поля цунами сопровождался вычислением максимального отклонения уровня моря в каждом узле сетки.

В результате такого численного эксперимента удалось построить карту максимальных значений высоты цунами во всей области расчета, включая линию берега (рис. 3). Видно, что распределение высот волн вдоль побережья весьма неоднородно — от 2 до 18 м. Самые большие значения высот волн на берегу наблюдаются не напротив источника, а к северу от п. Ноглики. Интересно отметить особенности пространственного распределения максимальных амплитуд цунами по акватории. Непосредственно над источником заметна неизотропность излучения волн. Основной поток энергии был направлен на северо-восток, что совпадает с направлением движения оползня. Меньшая часть энергии излучена на юго-запад. На мелководье проявляется «полосчатая структура» распределения амплитуд. Согласно работе [28] такого рода неоднородная направленность цунами обусловлена фокусировкой волнового поля при рассеянии на случайно неоднородном рельефе дна.

Заключение

Обнаружение подводного оползня вблизи восточного побережья имеет огромное значение для понимания вероятных рисков и угроз в районе восточного побережья Сахалина. По нашей оценке, высота волн на берегу, вызванных обрушением склона и сходом оползня, могла достигать 18 м. Случись такое событие сегодня, образовавшаяся волна цунами представляла бы существенную угрозу не только сооружениям, но и людям, находящимся в береговой зоне.

Особенностью оценки цунамиопасности оползневого происхождения является необходимость выявления зон нестабильных осадочных слоев,

т. е. участков вероятного обрушения крутых склонов и генерации волн цунами. Идентификацию этих зон возможно выполнить с помощью батиметрической и сейсмической съемки с использованием многолучевого эхолота и сейсмоакустического оборудования с различной разрешающей способностью. Известно, что чем глубже расположен источник, тем менее эффективен он при генерации поверхностных волн. С этой точки зрения наибольшую опасность представляют нестабильные участки на относительно небольших глубинах, расположенных непосредственно на бровке шельфа.

В качестве первого этапа оценки оползневой цунамиопасности необходимо иметь подробную батиметрию с отмеченными на ней потенциально опасными неустойчивыми участками, для которых даны оценки возможной цунамигенности при их обрушении. Прежде всего такие исследования должны быть выполнены вблизи населенных пунктов, в районах активного освоения шельфа и вдоль участков прокладки трубопроводов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 14-50-00095.

Список литературы

1. Gusiakov V.K. WinITDB (Integrated Tsunami Database for the World Ocean). Version 5.16 of December 31, 2010. CD-ROM. Novosibirsk, Tsunami Laboratory, ICMG SD RAS, Russia. 2010.
2. Bondevik S., Mangerud J., Dawson S. // EOS. 2003. **84**. P. 289.
3. Romundset A., Bondevik S. // J. Quaternary Sci. 2011. **26**. P. 457. DOI:10.1002/jqs.1511.
4. Mallet R., Mallet J.W. Fourth report upon the facts and theory of earthquake phenomena, Transaction of the British Association for the Advancement of Science, 1852 to 1858. Taylor and Francis, Red Lion Court, Fleet Street, 1858.
5. Bardet J.P., Synolakis C.E., Davies H.L. et al. // Pure Appl Geophys. 2003. **160**, N 10–11. P. 1793.
6. Ren P., Bornhold B.D., Prior D.B. // Sedimentary Geology. 1996. **103**. P. 201.
7. Kulikov E.A., Rabinovich A.B., Thomson R.E. et al. // J. Geophys. Res. 1996. **101**(C3). P. 6609.
8. Куликов Е.А., Рабинович А.Б., Файн И.В. и др. // Океанология. 1998. **38**, № 1. С. 361.
9. Murty T.S. // J. Geophys. Res. 1979. **84**(C12). P. 7777.
10. Canals M., Lastras G., Urgeles R. et al. // Marine Geology. 2004. **213**, N 1. P. 9.
11. Fine I.V., Rabinovich A.B., Thomson R.E. et al. // Marine Geology. 2005. **215**. P. 45.
12. Пелиновский Е.Н. Нелинейная динамика волн цунами. Горький: ИПФ АН СССР, 1982.
13. Доценко С.Ф., Иванов В.А. Природные катастрофы Азово-Черноморского региона. Севастополь: НПЦ «Экоси-гидрофизика». **175**. 2010.
14. Сретенский Л.Н. Теория волновых движений жидкости. М.; Л.: ОНТИ, 1935.
15. Levin B.W., Nosov M.A. // Physics of Tsunamis. Springer International Publishing, 2016. P. 263.

16. Jiang L., LeBlond P.H. // *J. Geophys. Res.* 1992. **97**(C8). P. 731.
17. Jiang L., LeBlond P.H. // *J. Phys. Oceanogr.* 1994. **24**(3). P. 559.
18. Heinrich P., Piatanesi A., Hebert H. // *Geophys. J. Int.* 2001. **145**(1). P. 97.
19. Heinrich P., Piatanesi A., Okal E., Hebert H. // *Geophys. Res. Lett.* 2000. **27** (19). P. 3037.
20. Imamura F., Hashi K., Imteaz M.M.A. // *Tsunami Research at the End of a Critical Decade*. Springer Netherlands, 2001. P. 209.
21. Fine I.V., Rabinovich A.B., Thomson R.E., Kulikov E.A. // *Submarine Landslides and Tsunamis* / Ed. by A. C. Yalçiner, E. Pelinovsky, E. Okal, C. E. Synolakis. Dordrecht; Boston: Kluwer, 2003. P. 69.
22. Лобковский Л.И., Мазова Р.Х., Катаева Л.Ю., Баранов Б.В. // ДАН. 2006. **410**, № 4. С. 528. (*Lobkovsky L.I., Mazova R.K., Kataeva L.Yu. et al. // Dokl. Earth Sc.* 2006. **410**. P. 1156.)
23. Yalçiner, A.C., Zaytsev A., Aytore B. et al. // *Oceanography*. 2014. **27**, N 2. P. 68.
24. Баранов Б.В., Лобковский Л.И., Куликов Е.А. и др. // ДАН. 2013. **449**, № 3. С. 334.
25. Баранов Б.В., Дозорова К.А., Рукавишников Д.Д. // *Океанология*. 2015. **55**, № 6. С. 1001.
26. Kirby J.T., Shi F., Nicolsky D., Misra S. // *Landslides*. 2016. **13**, N 6. P. 1421.
27. Fine I.V., Rabinovich A.B., Kulikov E.A. et al. // *Proc. Intern. Conf. on Tsunamis*. Paris, May 26–28, 1998. P. 211.
28. Fine I.V., Kulikov E.A., Cherniawsky J.Y. // *Pure Appl. Geophys.* 2013. **170**. P. 1295.

Generation of a tsunami from the submarine landslide near the east coast of Sakhalin Island

A. A. Ivanova^{1,a}, E. A. Kulikov^{1,b}, I. V. Fine², B. V. Baranov¹

¹Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences. Moscow 117997, Russia.

²Institute of Ocean Sciences. 9860 W Saanich Rd, Sidney, BC, Canada.

E-mail: ^alapoul@gmail.com, ^bkulikove@ocean.ru.

The effect of the generation of tsunami waves caused by collapse of the continental slope and by formation of a submarine landslide near the east coast of Sakhalin Island is reproduced within the framework of a hydrodynamic model. The calculations performed using the numerical hydrodynamic model showed that such a submarine landslide can generate a tsunami wave up to 18 m high on the Sakhalin coast.

Keywords: tsunami, numerical model, submarine landslides.

PACS: 91.30.Nw, 91.50.Xz.

Received 10 November 2017.

English version: *Moscow University Physics Bulletin*. 2018. **72**, No. 2. Pp. 234–239.

Сведения об авторах

1. Иванова Анастасия Алексеевна — мл. науч. сотрудник; тел: (499)-124-87-13, e-mail: lapoul@gmail.com.
2. Куликов Евгений Аркадьевич — доктор физ.-мат. наук, зав. лабораторией; тел: (499)-124-87-13, e-mail: kulikove@ocean.ru.
3. Файн Исаак Вениаминович — канд. физ.-мат. наук, науч. сотрудник; e-mail: finei@pac.dfo-mpo.gc.ca.
4. Баранов Борис Викторович — канд. физ.-мат. наук, зав. лабораторией; тел.: (499)-124-79-42, e-mail: bbaranov@ocean.ru.